

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-183937

(43)Date of publication of application : 09.07.1999

(51)Int. Cl. G02F 1/137
G02F 1/133
G09F 9/35(21)Application number : 10-279073 (71)Applicant : TOSHIBA CORP
(22)Date of filing : 30.09.1998 (72)Inventor : YAMAGUCHI Hajime
KAWADA YASUSHI

(30)Priority

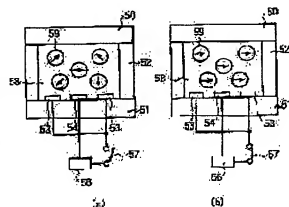
Priority number : 09283672 Priority date : 16.10.1997 Priority country : JP

(54) LIQUID CRYSTAL OPTICAL SWITCH ELEMENT, COLOR SHUTTER AND COLOR IMAGE DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal optical switch element of a high speed and a wide visual field angle by making a medium indicate optical isotropy when voltage is not applied and optical anisotropy proportional to the square of electric field strength when voltage is applied.

SOLUTION: The medium 58 containing a polymer and a liquid crystal material is clamped by a substrate 51 where electrodes 53 and 54 are arranged and the substrate 50 arranged separately and oppositely to it. The interval between the two substrates 50 and 51 is held by a spacer 52. The voltage is applied to the medium 58 by an electric circuit 56 and a switch 57 through the electrodes 53 and 54. When the voltage is not applied, the medium 58 containing the polymer and the liquid crystal material takes the optically isotropic phase in a macroscopic view. In the case of applying the voltage, since the orientation of respective fine areas 59 is matched with an electric field direction, the medium 58 becomes optically anisotropic. That is, a correlation length between liquid crystal polymers is substantially reduced and the isotropic phase is taken in the macroscopic view though a liquid crystal structure is provided in a microscopic view.



LEGAL STATUS

Searching PAJ

[Date of request for examination]	26.07.2001
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3504159
[Date of registration]	19.12.2003
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-183937

(43) 公開日 平成11年(1999)7月9日

(51) Int. Cl. G 0 2 F 1/137 1/133 G 0 9 F 9/35	識別記号 5 0 5 3 0 5	F I G 0 2 F 1/137 1/133 G 0 9 F 9/35 5 0 5 3 0 5
(21) 出願番号 (22) 出願日 (34) 優先権主張番号 (32) 優先日 (33) 優先権主張国	特願平10-279873 平成10年(1998)9月30日 特願平9-283672 平9(1997)10月16日 日本 (J P)	(71) 出願人 000033078 株式会社東芝 神奈川県横浜市青葉区堀川町72番地 (72) 発明者 山口 一 神奈川県横浜市青葉区新橋子町33番地 株 式会社東芝生産技術研究所内 (73) 発明者 川田 皓 神奈川県横浜市青葉区新橋子町33番地 株 式会社東芝生産技術研究所内 (74) 代理人 弁護士 岸江 武彦 (外6名)

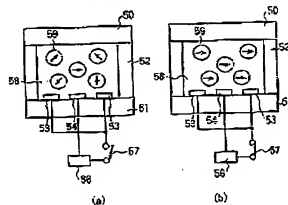
特許請求 応答域 請求項の数 8 O L (全 17 頁)

(54) 【発明の名称】 液晶光学スイッチ素子、カラーシャッターおよびカラー画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 高速で広視野角の液晶光学スイッチ素子を提供すること。

【解決手段】 絶縁・対向して配設された一対の基板、前記一対の基板の間に挟持され、小区域に分割された液晶材料と、この液晶材料の領域を小区域に分割する材料とを含む端質、及び、前記端質に電圧を印加する手段を具備する液晶光学スイッチ素子である。前記端質は、電圧の印加時に光学的に等方性であり、電圧の印加時には電圧強度の2乗に比例する光学異方性を示すことを特徴とする。



特開平11-183937

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁・対向して配置された一対の基板、前記一対の基板の間に挟持され、小区域に分割された液晶材料と、この液晶材料の領域を小区域に分割する材料とを含む媒質、および前記媒質に電圧を印加する電圧印加手段を具備し、

前記媒質は、電圧の非印加時に光学的に等方性であり、電圧の印加時には複屈折度の2乗に比例する光学異方性を示すことを特徴とする液晶光学スイッチ素子。

【請求項2】 絶縁・対向して配置された一対の基板、前記一対の基板の間に挟持され、小区域に分割された液晶材料と、この液晶材料の領域を小区域に分割する材料とを含む媒質、および前記媒質に電圧を印加する電圧印加手段を具備し、

前記液晶材料の各小区域の平均直径は $0.1\mu\text{m}$ 以下であり、前記媒質は電圧の非印加時に光学的に等方性であることを特徴とする液晶光学スイッチ素子。

【請求項3】 絶縁・対向して配置された一対の基板、前記一対の基板の間に挟持され、小区域に分割された液晶材料と、この液晶材料の領域を小区域に分割する材料とを含む媒質、および前記媒質に電圧を印加する電圧印加手段を具備し、

前記液晶材料は、液晶と色素とを含み、

前記媒質は、電圧の非印加時に光学的に等方性であり可視光を吸収し、

電圧の印加時には複屈折度の2乗に比例する光学異方性を示すとともに、可視光を透過させることを特徴とする液晶光学スイッチ素子。

【請求項4】 前記小区域に分割された液晶材料の平均直径は $0.1\mu\text{m}$ 以下である請求項3に記載の液晶光学スイッチ素子。

【請求項5】 前記液晶材料の領域を小区域に分割する材料は、網目状高分子、マイクロカプセル、および多孔質無機物からなる群から選択されたいずれかの材料である請求項1ないし4のいずれか1項に記載の液晶光学スイッチ素子。

【請求項6】 請求項1または2に記載の液晶光学スイッチ素子と、この液晶光学スイッチ素子の光透過方向に設けられた色偏光板とを具備するカラーシャッター。

【請求項7】 請求項8に記載のカラーシャッターと、このカラーシャッターの光透過方向に設けられた1またはこれ以上の画像表示素子とを具備するカラー画像表示装置。

【請求項8】 請求項3または4に記載の液晶光学スイッチ素子と、このカラーシャッターの光透過方向に設けられた1またはこれ以上の画像表示素子とを具備するカラー画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶光学スイッチ

素子、これを用いたカラーシャッターおよびカラー画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶光学スイッチ素子は、軽量・低消費電力といった利点を有している。これを活かして、主としてノート型パソコンあるいは携帯情報機器のディスプレイとして開発・実用化されてきた。近年は、情報のマルチメディア化が進んでおり、動画への対応が強く求められるとともに、大画面化への期待も高まりつつある。動画対応および大画面化には、高画・広視野角の液晶光学スイッチ素子の実現が不可欠であり、実現に向けて様々な方式が積極的に検討され、その一部は実用化されている。例えば、液晶電性液晶（FLC）素子、反強誘電性液晶（AFLC）素子、インプレーンスイッチング（IPS）素子、 π セル素子、バネカリアーライン（VA）素子、および高安定性ツイストネマチック（BTN）液晶素子などが挙げられる。これらのなかでも強誘電性液晶（FLC）素子や反強誘電性液晶（AFLC）素子は巨電分極を有しているため、これらは、数 10^{-6} 〜 10^{-5} という応答速度が得られる。他方式での応答速度は通常 1ms であるので、（FLC）素子や（AFLC）素子は応答速度の点では有利である。しかしながら、これらの2方式は、外力による非可逆的な歪向破壊という大きな問題を抱えている。

【0003】一方、実用化されている高速光シャッターとしては、カー効果を利用した素子が知られている。カー効果とは、透明な等方性媒体に電圧を印加した際に、電場Eの2乗に比例する光学的異方性を示す現象であり、1875年にJ.Kerrによって発見された。ここで、電場によって誘起される複屈折を Δn 、真空中での光の波長を λ とすると、 $\Delta n = K \lambda E^2$ が成立し、比例定数Kをカー定数と呼ぶ。カー定数の大きな物質として、液体では二硫化炭素およびニトロベンゼン、固体では、PLZT（ジルコン酸鉛とチタン酸鉛との固溶体にランタンを添加した金属酸化物）が挙げられ、これらの材料は、偏光板と組合わせて光シャッターに利用することができ、例えばバレースレーザー光の電場を利用した光シャッターの場合、二硫化炭素で2psの応答速度が得られており（Appl. Phys. Lett. 26, 92(1973)、ニトロベンゼンで32psの応答速度が得られており（Appl. Phys. Lett. 15, 192(1969)）。しかしながら、これらの物質は導性や腐食性を有しているため、実用化は困難である。一方、PLZTを用いた光シャッターは実用化されており、その応答速度は $0.1\mu\text{s} \sim 10\mu\text{s}$ である。Ferroelectrics 90, 63(1983)あるいは、S. I. D. 84 Chae st, 137(1984)のようにPLZTを用いた表示素子の作製も試みられているもの。PLZTには、機械的強度の不足および大面積化が困難であるといった問題がある。

【0004】カー効果は液晶でも観測され、特にネマチック相・等方相転移温度直上における等方相はPLZT

特開平11-183937

(3)

並み、あるいはそれ以上の大きなカー効果を示す。こうしたカー効果は、異常カー効果と呼ばれている。異常カー効果は、等方相中におけるネマチック的な分子配列の短距離秩序の存在に起因すると考えられている。カー効果を利用した液晶シャッターおよび表示は高速度であるとともに、P/LZTを用いた表示素子の場合に問題となっていたような機械的強度の不足や表示面積の限界がない。さらに、他の液晶表示方式と比べて、視野角の面でも有利である。しかしながら、液晶のカー効果を利用する場合には、カー定数の温度依存性が大きな問題となる。

【0005】一般に液晶のカー定数は $K = A / (T - T^*)$ (Aは定数であり、T*は、液晶-等方相転移温度にほぼ等しい。) で与えられる。この温度依存性を解決する手段として、ネマチック液晶/高分子複合系の利用が著述ら(九州大学)により提議され、ポリ(インソブチルメタクリレート)を高分子材料として用いた実験結果が報告されている(日本化学会第72春季年会予稿集p. 226あるいは第22回液晶討論会予稿集p. 433)。しかしながら、温度依存性の改善がわずかに小さく、さらに、液晶単体の系に対してカー定数が大幅に減少しているといった問題がある。

【0006】また一方、ネマチック液晶/高分子複合系で液晶のドロップレット径を0.1μm以下に設定することにより乱反射を抑制できると、かつ露地で誘起される光学異方性が彎曲の2倍に比例し、その応答速度が10μs以下であることが述べら(NTT)により報告されている(Appl. Phys. Lett., 59, 3044(1996))およびAM-CD97(p.33)。しかしながらこの文献では、カー効果については全く言及されていない。特に、液晶含有率が40重量%以下に設定することで直径0.1μm以下の液晶ドロップレットを実現しているので、結果として先応答性のない高分子領域が80重量%以上を占め、素子のコントラストが低下してしまう。さらに温度特性については、この文献ではいささか言及されていない。したがって、カー効果であるならばその温度依存性がどの程度改善されているかも、この文献では不明である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このように、液晶のカー効果を利用することが試みられているものの、カー定数の温度依存性を十分に改善することは困難であり、カー定数が大きいという利点を活かされていないのが現状である。

【0008】また、カー効果を利用した液晶シャッターにおいて、光利用効率をさらに高めることが望まれている。

【0009】本発明は、前述したような問題点を解決するためになされたものであり、高速で広視野角の液晶光学スイッチ素子を提供することを目的とする。

【0010】また本発明は、高速で光利用効率が高く、

かつ広視野角の液晶光学スイッチ素子を提供することを目的とする。

【0011】さらに本発明は、上述したような液晶光学スイッチ素子を用いたカラーシャッターおよびカラー画像表示装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、絶縁・対向して配置された一対の基板、前記一対の基板の間に挟持され、小区域に分割された液晶材料と、この液晶材料の領域を小区域に分割する材料とを含む電圧、および、前記電圧に電圧を印加する電圧印加手段を具備し、前記電圧は、電圧の非印加時に光学的に等方性であり、電圧の印加時には電界強度の2乗に比例する光学異方性を示すことを特徴とする液晶光学スイッチ素子を提供する。

【0013】また本発明は、絶縁・対向して配置された一対の基板、前記一対の基板の間に挟持され、小区域に分割された液晶材料と、この液晶材料の領域を小区域に分割する材料とを含む電圧、および、前記電圧に電圧を印加する電圧印加手段を具備し、前記液晶材料の小区域の平均直径は0.1μm以下であり、前記電圧は電圧の非印加時に光学的に等方性であることを特徴とする液晶光学スイッチ素子を提供する。

【0014】またさらに本発明は、前述の液晶光学スイッチ素子と、この液晶光学スイッチ素子の光透過方向に設けられた色面光板とを具備するカラーシャッターを提供する。

【0015】また本発明は、前述のカラーシャッターと、このカラーシャッターの光透過方向に設けられた1またはこれ以上の画像表示素子とを具備するカラー画像表示装置を提供するさらに本発明は、絶縁・対向して配置された一対の基板、前記一対の基板の間に挟持され、小区域に分割された液晶材料と、この液晶材料の領域を小区域に分割する材料とを含む電圧、および、前記電圧に電圧を印加する電圧印加手段を具備し、前記液晶材料は液晶と色素とを含み、前記電圧は、電圧の非印加時に光学的に等方性であり可視光を吸収し、電圧の印加時には電界強度の2乗に比例する光学異方性を示すとともに、可視光を透過させることを特徴とする液晶光学スイッチ素子を提供する。

【0016】またさらに本発明は、前述の液晶光学スイッチ素子と、このカラーシャッターの光透過方向に設けられた1またはこれ以上の画像表示素子とを具備するカラー画像表示装置を提供する。

【0017】以下、本発明を詳細に説明する。

【0018】本発明者らは、液晶のカー効果について鋭意検討した結果、液晶材料の領域を特定の材料で小区域に分割することによって、液晶のカー定数の温度依存性を抑制できること、さらに液晶単体のカー定数をほぼ維持できることを見出し、本発明を成すに至った。液晶

(4)

特開平 11-183937

5

材料の領域を小区域に分割する材料としては、網目状高分子が挙げられ、具体的に液晶と相互作用するメソゲン部位を分子内に有する高分子を用いることができる。この場合には、高分子領域を50%以下に抑制することができ、さらに、網目状高分子のみならず、マイクロカプセルや多孔質無機物を用いて液晶材料の領域を小区域に分割することによって、より制御よく素子を作製できることを見出した。

【0019】すなわち、本発明の液晶光学スイッチ素子は、一対の基板間に挟持された液晶を、特定の材料で小区域に分割された液晶材料により構成したことを特徴とするものであり、この液晶についてまず説明する。

【0020】液晶を構成する液晶材料は、単一の液晶または複合以上の液晶の混合物、さらには液晶以外の物質を含む混合物としてもよく、特に限定されるものではない。ただし、大きなカー効果を確認し、駆動電圧を抑制する観点から、用いる液晶は、屈折率異方性(Δn)および誘電率異方性($\Delta \epsilon$)が大きいことが望ましい。屈折率異方性 Δn は0.1以上であることが好ましく、0.2以上であることがより好ましい。また、誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ は5以上であることが好ましく、15以上であることがより好ましい。さらに、大きな応答速度を確認する観点からは、特性頻度が小さいことが好ましい。具体的には、回転粘性係数 γ は、望ましくは200 mPa・s以下であり、より望ましくは150 mPa・s以下である。

【0021】なお、本発明において、液晶に色素を配合して液晶材料を構成する場合には、屈折率異方性(Δn)が上述した範囲であることは必ずしも必要とはされない。

【0022】液晶材料の領域を小区域に分割する材料として網目状高分子を利用する場合には、液晶の粘性は、その高分子との組み合わせに応じて選択される。例えば、液晶の零粘度への転移温度 T_0 は、40℃以上、さらには60℃以上であることが好ましい。また、液晶の固体への転移温度 T_s は、5℃以下、さらには-10℃以下であることが好ましい。

【0023】一方、マイクロカプセルや多孔質無機物などと液晶との混合系においては、液晶の相間長の大きさにより、液晶単体とはその性質が異なっていることが考えられる。したがって、素子としての動作温度範囲が5℃以下から40℃以上、より好ましくは-10℃以下から60℃以上となるように、液晶を選択することが望まれる。

【0024】本発明において、液晶に色素を配合して液晶材料を構成してもよい。色素を配合することによって、カー効果とゲストホストモードとを組み合わせることができる。したがって、カー効果が有する高速性と、ゲストホストモードを有する高光利用効率とを備えた液晶光学スイッチ素子が得られる。

6

【0025】液晶に配合される色素としては、液晶に溶媒する限り特に限定されるものではない。充分なコントラストを確保する観点からは、二色比が高く、かつ液晶に対する溶解性が大きいことが望ましい。具体的に色素の二色比は、5以上であることが好ましく、10以上であることがより好ましい。

【0026】本発明において使用し得るイエローの色素としては、例えばG232(日本感光色素)、S1209(オージー社)、D80(Merck社)などを用いることができる。シアン色素としては、S1501、S1497(ともにオージー社)、G472(日本感光色素)などを用いることができる。マゼンタ色素としては、G176、G202、G239、G471(ともに日本感光色素)、S1512(オージー社)などを用いることができる。レッド色素は、上述のマゼンタの色素とイエローの色素とを混合して調製することができ、D83(Merck社)などを用いてもよい。グリーン色素はシアン色素とイエローの色素とを混合して調製することができ、D84(Merck社)などを用いてもよい。ブルーの色素は、マゼンタの色素とシアン色素とを混合して調製することができ、D102(Merck社)などを用いてもよい。また、ブラックの色素は、イエローとシアンおよびマゼンタの色素を混合して調製することができる。あるいは、D85、D86、D103(いずれもMerck社)などを用いてもよい。

【0027】上述したような液晶材料を小区域に分割する材料としては、液晶材料に対して安定である限り特に限定されるものではない。また、液晶材料の領域の小区域は、必ずしも完全に孤立して分割されていなくても構わない。本発明において液晶材料を分割するために利用できる材料としては、(1)網目状高分子、(2)マイクロカプセル、および(3)多孔質無機物を挙げることができる。それぞれについて詳細に説明する。

【0028】第1の材料である網目状高分子は、材料的に特に限定されるものではないが、混合する液晶、および場合によっては色素との相溶性が良好であるもの、例えば、分子内にメソゲン部位を有するものが好ましい。また、高分子液晶を利用して、上述した液晶材料の領域を小区域に分割することもある。

【0029】メソゲン部位としては、特に限定されるものではなく、例えば、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、フェニルシクロヘキシル基、ビフェニルシクロヘキシル基、アゾベンゼン基、アゾキシベンゼン基、ベンジリデンアニリン基、スチルベン基、およびトラン基を挙げることができる。

【0030】特に、本発明において用い得る網目状高分子は、液晶材料との相溶性が良好であることに加えて、透明固体となることが望ましく、代表的な材料としてアクリル樹脂を挙げることができる。さらに、高分子の剛

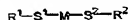
(5)

特開平11-183937

7

断体である重合性モノマー、あるいは反応性や粘度の選択といった点からは、モノマー類から誘導したオリゴマー類、あるいはオリゴマー類とモノマー類との混合物を熱または光で重合硬化して得られた高分子を用いてもよい。

【0031】なお、重合時の温度制御により液晶材料とのミクロな相合状態の制御が可能である点からは、高分子として光硬化性樹脂を用いることがより好ましい。重合性モノマーあるいはオリゴマーとしては、紫外線照射により重合硬化するモノアクリルモノマーあるいはオリゴ



【0033】上記一般式(1)中、 R^1 および R^2 は、以下に示す群から選択される一価の有機基である。ただし、 S^1 が一価の有機基である場合には、 R^1 は存在しない。

【0034】

(化2)



【0035】上記式中、 X^1 および Y^1 は、以下に示す群から選択される一価の基である。

【0036】

(化3)



20



【0040】上記式中、 n は0~16の整数である。

【0041】さらに、上記一般式(1)中、 M は、以下に示す群から選択される2価の有機基である。

【0042】

(化5)

30

8

* ゴマー、シアクリルモノマーあるいはオリゴマーを好ましい材料として挙げることができる。ビニル基の α 位および/または β 位の元素は、フェニル基、アルキル基、ハロゲン基またはシアノ基などで置換されていてもよい。例えば、重合性モノマーとしては、下記一般式

(1) で表わされる構造を有するものを挙げることができる。

【0032】

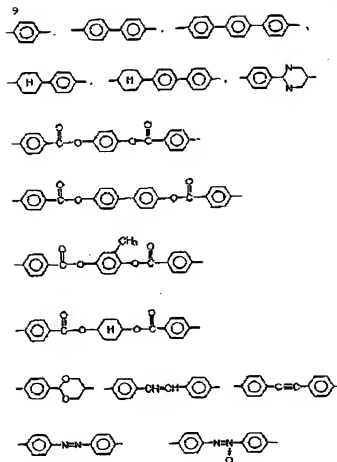
(化1)

(1)

特開平 11-183937

10

(5)



【0043】また、市販され容易に入手できるものとして、カヤラッドR-551、およびカヤラッドR-712（いずれも日本化薬社製）、NOA60、NOA61、NOA63、NOA65、NOA68、NOA71、NOA72、NOA73、NOA81、NOA83 H、NOA88（いずれもNorland社製）を用いてもよい。

【0044】上述したようなモノマー類あるいはオリゴマー類の重合を速やかに得て所望の高分子を得るために、光重合開始剤を用いてもよい。光重合開始剤としては、選択するモノマー類、オリゴマー類に適合する任意のものを用いることができ、例えば、市販され容易に入手できるものとして、ダロキシア1173（Merck社製）、ダロキシア1116（Merck社製）、イルガキュア184（Ciba Geigy社製）、イルガキュア651（Ciba Geigy社製）、イルガキュア907（Ciba Geigy社製）、カヤキュアDETX（日本化薬社製）、およびカヤキュアEPA（日本化薬社製）などを挙げることができる。

【0045】なお、重合速度を大きくし、液晶材料の液相の領域を可視光の波長に比べ小さくするために、光重合開始剤の吸光度は大きいことが好ましい。吸収スペク

トルの形状等にもよるが、光重合開始剤の吸光度は、350nmにおけるモル吸光係数が500（ $l \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$ ）以上であることが望まれる。光重合開始剤の添加量は、液晶材料の保持率を高く維持する観点から、モノマー類あるいはオリゴマー類に対し5重量%以下であることが好ましく、0、5重量%以下であることがより好ましい。また、重合性モノマーあるいはオリゴマーには必要に応じて架橋剤、界面活性剤、重合促進剤、連鎖移動剤、および光増感剤などの改質剤を配合してもよい。

【0046】上述したような網目状高分子と液晶材料とを含有する、本発明の液晶光学スイッチ素子の構造は、透明であることが望まれる。露光の非印加時において透明な等方性の状態をとるものであれば、その作製方法は特に限定されるものではない。いわゆる高分子分散型液晶（PDL）と本発明の液晶光学スイッチ素子との大きな違いは、電圧非印加時において散乱状態ではなく、透明状態をとることにある。確實の散乱状態を抑制して透明状態を実現するには、液晶材料の波長の直径を可視光の波長より小さくしなければならない。このため、本発明においては液晶材料の波長の直径を0、1μm以下に規定した。0、1μmを越えると散乱状態を抑制するこ

特開平11-183937

12

(7)

とができなため、本発明の目的を達成することが不可能となる。

【0047】液晶材料の液晶の直径を、 $1\mu\text{m}$ 以下にし、かつ液晶の低い含有率を維持するためには、液晶材料中に高分子をより効果的に分散させる必要がある。そのためには、重合性モノマーあるいはオリゴマーと液晶材料を含む混合物を一枚の基板間に挟持させた後に、モノマーあるいはオリゴマーを光重合することが好ましい。この際、光照射強度を大きくして重合速度を速めることによって、溶質を光散乱状態より透明状態とすることができるとともに、カー定数の温度依存性を抑制することが可能となる。さらに、重合時の重合温度を制御することで、膜質の構造をより精密に制御することができる。なお、膜質を基板間に挟持させる方法は特定されるものでではなく、真空注、吸引注入または塗布などの適宜の方法で行なうことができる。

【0048】液晶材料の領域を小区域に分割するための第2の材料であるマイクロカプセルとしては、液晶材料を安定に内包でき、可視光に対して透明であれば特に限定されるものでなく、複数の域から構成されていてもよい。例えば、ポリメチレン、ステレンジビニルベンゼン共重合体、ポリメタクリル酸メチル、ポリアクリロニトリル、ポリブタジエン、ポリイソブレン、ポリ四フッ化エチレン、およびポリビニルアルコールなどの付加重合ポリマー；ナイロン6などのポリアミド類、ポリイミド類、ポリウレタン類、ポリエステル類、およびポリエーテルイミド類などの重合重合ポリマー；アラビアゴム、ゼラチン、天然ゴム、およびセルロースなどの天然ポリマーなどが挙げられる。

【0049】マイクロカプセルの材料としては、3次元架橋した耐熱性を有するものが望ましい。マイクロカプセル材料の誘電率は、カプセルでの電圧降下を最小限に抑えて駆動電圧を低くする観点から大きいことが望ましい。また、マイクロカプセルの大きさは、電圧により誘起される光学異方性の良好な温度特性を確保し、かつ散乱を抑制するために、内包される液晶材料の平均直径が $0.1\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。マイクロカプセルの厚さが厚すぎる場合には電圧応答しない領域が大きくなってコントラストが低下してしまい、一方薄すぎると十分な機械的強度が得られない。したがって、コントラストおよび機械的強度のいずれも高くするためには、マイクロカプセルの厚さをマイクロカプセルの半径の3〜15%にするのが好ましい。

【0050】マイクロカプセルの作製方法は、特に限定されるものではなく、一般に知られている方法の中から液晶物質の形態などに応じて適宜選択することができる。例えば、界面重合法、in-situ重合法、および液中相転移法（液相法）などの化学的作製方法；相転移を利用したコアセルベーション法、界面法（液中相転移法、液中乾燥法、二次エマルジョン法）および溶解分散法な

どの物理化学的作製方法を利用することもできる。

【0051】上述のようにして得られた、液晶材料を内包したマイクロカプセルを基板間に挟持する方法は、用いた材料などに応じて適宜選択することができる。例えば、基板間への注入により挟持することができる。また、マイクロカプセルを溶媒に分散させてペーストを調製した後、このペーストを塗布し溶媒を揮発させる方法により挟持してもよい。

【0052】液晶材料の領域を小区域に分割するための第3の材料である多孔質無機物の材質は、可視光に対し透明である限り特に限定されるものではない。なお、半透明において多孔質とは、平均孔径 $0.1\mu\text{m}$ 以下で、液晶材料の高い含有率および低い駆動電圧を維持するために、気孔率が高いことが好ましい。また、多孔質無機物の厚さは、印加する電圧等に応じて適宜選択することができるが、通常 $0.5\sim10\mu\text{m}$ 程度である。具体的には、多孔質無機物としては、多孔質ガラスを用いることができる。

【0053】このような多孔質無機物の作製や液晶材料が内包された多孔質無機物の作製に当たっては、例えば第4回ポリマー材料フォーラム予稿集p.298あるいはJLC97予稿集p.298など公知の方法を用いることができる。

【0054】本発明の液晶光学スイッチ素子において、上述したような液晶材料を含む電圧に印加するための電極は、特に限定されるものではなく、例えば、ITO（インジウム スズ オキシド）の薄膜が挙げられる。透明性が要求されない電極には、アルミニウム、ニッケル、銅、銀、金、および白金などの各種電極材料を用いてもよい。また、基板上一層電極を形成する際には、蒸着、スパッタリング、およびフォトリソグラフィなど適宜の方法を採用することができる。

【0055】本発明の液晶光学スイッチ素子において、上述したような膜質を挟持するための電極としては、十分な強度と絶縁性を有し、少なくとも側面位置の差が透明性を有している限り、特に限定されるものではない。例えば、ガラス、プラスチック、およびセラミックなどが挙げられる。

【0056】なお、上述したような電極表面には絶縁性薄膜を形成させてもよい。絶縁性薄膜の材料としては、液晶材料に対する阻電性や絶縁性をとらず、電気的に絶縁性であれば材質的に特に限定されるものではなく、例えば、ポリイミド、ポリアミド、ポリビニルアルコール、ポリアクリルアミド、塩化ゴム、ノボラック樹脂、ポリエステル、ポリウレタン、アクリル樹脂、ビスフェノール樹脂またはゼラチンなどの有機物；また、酸化シリコンおよび窒化シリコンなどの無機物を挙げることができ。

【0057】絶縁性薄膜は、各材料に適した任意の方法により形成することができ、例えば、スパッタリングによ

特開平11-183937

(8)

14

る壁面、水面上に形成された分子膜を電極基板上に写し取って精密に薄膜を形成させるラビングミュー・プロジェクト法などが挙げられる。さらに、蒸着法を用いて形成してもよい。また、薄膜の厚さは、液晶層への電圧印加を十分に行なうことが可能な範囲であれば特に限定されるものではないが、低電圧駆動の観点から、絶縁性を損なわない範囲において薄いことが望ましい。絶縁性薄膜に対する配向処理は特に必要とはされないが、ラビングなどの配向処理を適宜施してもよい。

【0058】本発明において一対の基板間の距離をより正確に制御する場合には、これらの間にスペーサーを配置してもよい。スペーサーとしては、適宜行なわれるように球状のスペーサーを基板間に散布することができ、あるいは、柱状体のスペーサーを基板間に一定距離で形成してもよい。後者の場合には、基板貼り合わせ時にスペーサー同士が接触する危険が少なく、面内に均一に分散させることが可能である。

【0059】このようなスペーサーのうち、基板に散布するスペーサー材料としては、絶縁性を有し、かつ使用する液晶と反応あるいは溶解せず、液晶上に安定に分散されるならば材料的に特に限定されない。例えば、ヒメニベンゼン、ポリスチレンなどの高分子；あるいはアルナ、シリカなどの無機微粒子物などを用いることができる。いずれの材料を用いる場合も、スペーサーの粒径分布は狭いことが望ましい。

【0060】一方、スペーサーとして柱状体を電極基板上に一定距離で形成する場合には、フォトリソグラフィを用いられる通常の手法により行なうことができる。柱状体のスペーサーを形成するための材料としては、液晶材料に対する反応性や溶解性を持たず、電気的に絶縁性のポリマーまたはチチ型の感光性樹脂などが挙げられる。例えば、ポリイミド、ポリアミド、ポリビニルアルコール、ポリアクリルアミド、環化ゴム、ノボラック樹脂、ポリエスチル、ポリウレタン、アクリル樹脂、ビスフエノール樹脂またはゼラチンを感光性樹脂化したものを挙げることができるが、一般的には、チチ型の感光性ポリイミドが好ましい。

【0061】本発明の液晶光学スイッチ素子において、液晶材料が色素を含む場合には、前記駆動電圧の電場方向が、素子を制御する方向と実質的に直交の関係にあることが必要である。すなわち、液晶光学スイッチ素子の光透過方向に対して実質的に直交する方向に電圧が印加される。これを達成するために、例えば、対向する2つの基板の一方に斜視電極を配置する。また、光学スイッチ素子に要求される透過率を確保する観点から、電場方向と偏光線の透過軸とのなす角度を45°に設定することが望ましい。

【0062】かかる構成の液晶光学スイッチ素子と、この素子の光透過方向に配置された色偏光板とによってカラーシャッターを構成することができる。用い得る色偏

光板は、材料的に何に限定されるものではないが、明るくコントラストの良好な表示を実現する点からは、透過成分の透過率が高いこと、非透過成分の透過率が低いことが望ましい。かかる色偏光板は、市販の材料を用いてもよく、あるいは2色性染料をポリビニルアルコールなどの高分子に含浸させた後、これを延伸するという通常の手法で作製することもできる。

【0063】本発明の液晶光学スイッチ素子において、液晶材料が色素を含む場合には、光透過方向と垂直な電界、いわゆる横電界を印加する必要がある。色素の配向を電界制御することで光の吸収・透過を行なうグストホストモードに、カー効果を用いているので、この場合には通常の縦電界配置とすることができる。すなわち、液晶光学スイッチ素子の光透過方向に対して実質的に平行な方向に、電圧を印加する。具体的には、電極・対向して配置された一対の基板の高さに電極を形成し、これらの電極間で電圧を印加する方法を採用することができ、なお、本発明におけるグストホストモードへのカー効果の適用とは、カー効果で生じる偏屈折を利用するのではない。光学的に等方的な状態と異方的な状態とを高速でスイッチングする現象を、グストホストモードに適用することを意味しており、循環観念である。

【0064】かかる構成の液晶光学スイッチ素子は、光偏光線を配置せずにカラーシャッターとして用いることができ、光利用効率が高められるという利点も得られる。この場合、異なる波長の可視光を吸収する色素を保持した複数の液晶光学スイッチ素子を、光透過方向に重ねさせてカラーシャッターを構成してもよい。例えば、赤・緑・青あるいは、シアン・マゼンタ・イエローといった色の3原色の透過率を制御する複数の素子を積層させて、カラーフィルターを実現することができる。さらに、液晶光学スイッチ素子に画像情報を入力する手段を組み合わせて、カラー画像表示装置を構成することもできる。

【0065】上述したようなカラーシャッターと、このシャッターの光透過方向に設けられた1またはそれ以上の画像表示素子とによってカラー画像表示装置を構成することができる。画像表示素子としては、少なくとも白黒2画素画像を出力できる限り特に限定されるものではない。例えば、電子顕微鏡光管、液晶画像表示素子、発光ダイオード画像表示素子、およびフィールドエMISSION画像表示素子などを使用することができる。製造コスト・輝度・階調といった観点からは、赤・緑および青の発光体素子を有する、いわゆる白黒タイプの電子顕微鏡光管を使用することが適している。また、複数の小画素画像表示装置を組み合わせて、大型画像表示装置を実現することもできる。

【0066】以上、透過率を例に挙げて本発明の液晶光学スイッチ素子を説明したが、本発明はこれに限定され、ものであるのではない。本発明の液晶光学スイッチ素子は、反

(9)

特開平11-183997

15

耐型としての利用も可能である。反射型の場合には、観察者からみて液晶光学スイッチ素子の後部に反射板を設置すればよい。

【0067】本発明においては、一村の基板に挟持される媒質を、特定の材料で小区域に分割された液晶材料により構成しているもので、高透明かつ広視野角の液晶光学スイッチ素子を得ることができた。特に本発明の液晶光学スイッチ素子では、高圧印加時における透過状態と電圧印加時における遮断状態との2状態間をスイッチングさせており、数値状態を利用するものではない。したがって、液晶材料/高分子複合系を用い、高圧印加時における数値状態と電圧印加時における透過状態との2状態間をスイッチングさせる高分子分散型液晶（PDLC）とは表示原理が異なる。

【0068】さらに、本発明の液晶光学スイッチ素子においては、液晶材料の波長の平均値を0.1μm以下に限定しているため、可視光の数値を抑制するとともに、液晶分子間の相間距離を制御してカー効果の温度特性を改善させることができる。

【0069】また、液晶に色素を配合して液晶材料を構成した場合、カー効果の高速性に加えて、ゲストホストモードの寄与する高光利用効率という利点も得られる。

【0070】

【発明の実施形態】以下、図面を参照して本発明の液晶光学スイッチ素子およびそのスイッチングを詳細に説明する。

【0071】実施例1

図1は、本発明の液晶光学スイッチ素子の一例の部分断面図である。なお、図示する例は、電極として櫛形電極を一方の基板に設置した場合のものであり、ここでは媒質として液晶と細目状高分子とを用いた。すなわち、液晶材料は、色素を配合しない液晶により構成されている。なお、使用電極およびその配置は、細目状高分子と液晶とを含有する媒質に均等に印加する電場方向が光の透過方向、すなわち素子の観測方向に直交している限り、特に限定されるものではない。

【0072】まず、図1を用いて本発明の液晶光学スイッチ素子の構造およびその光学的性質の電圧制御を説明する。図1(a)は電圧の非印加時の状態の断面図を示し、図1(b)は電圧印加時の状態の断面図を示している。

【0073】図1(a)に示すように、高分子と液晶材料とを含む媒質58は、電極53および54が設けられた基板51と、これらと対向して配置された基板50とに挟持されている。これら2つの基板50、51の間はスペーサー52によりその間隔が保持されている。媒質58への電圧印加は、電極53および54を介して電氣回路56およびスイッチ57により行なわれる。

【0074】図1(a)で表わされる電圧の非印加時に

16

においては、高分子と液晶材料とを含有する媒質58は、巨視的にみて光学的な等方相をとっている。ただし、微視的に観察すると相間距離は短いものの、液晶分子の配向が揃った微小領域59が多数存在している。図1(a)に示されるように、これら各微小領域59の配向方向はランダムであるが、微小領域59の水きさは可視光の波長に比べて十分小さいため、電圧の非印加時においては光散乱は生じない。

【0075】電圧を印加した場合には、図1(b)に示すように各微小領域59の配向方向が電場方向に揃うために、媒質58は光学的に異方性となる。配向方向がランダムな多数の微小領域59は、以下のようになら形成されると考えられる。すなわち、細目状高分子は、液晶分子との相互作用が強く、高分子がほぼ分子スケールで均一に混合することができ、このため、液晶分子間の相間距離は大幅に減少し、巨視的に液晶相を有しながらも巨視的には等方相をとっている。

【0076】次に図2および図3を用いて、本発明の液晶光学スイッチ素子における透過光の制御を説明する。図2は、櫛形電極53および54が設置された基板51面を、もう一方の基板面から見た図であり、用いる偏光板（図3中の参照符号2および3）の透過軸21、31および光軸11をあらわして示している。

【0077】図3は、液晶光学スイッチ素子と偏光板および光源の位置関係を表わす図である。なお、図3は、透過光のスイッチングを説明するためのものであるが、反射光のスイッチングには、光源の代わりに反射板を設置する。

【0078】図3に示すように、本発明の液晶光学スイッチ素子1の透過軸方向に、第1の偏光板2および第2の偏光板3を配置して、これら2枚の偏光板2、3で液晶光学スイッチ素子1を挟む。なお第1の偏光板2の透過軸21と、第2の偏光板3の透過軸31とは、図2に示したように互いに直交させる。さらに、第1の偏光板2の液晶光学スイッチ素子1とは反対の側には光源4を配置する。

【0079】かかる構成において、光源4から出た光は、まず第1の偏光板2に入射し、透過軸21に平行な偏光面を有する偏光のみが透過して液晶光学スイッチ素子1に入射する。電圧の非印加時には、液晶光学スイッチ素子1は光学的に等方性であるため、偏光は液晶光学スイッチ素子1をそのまま透過して第2の偏光板3に入射する。上述したように第2の偏光板3の透過軸31は、第1の偏光板2の透過軸21と直交しているため、液晶光学スイッチ素子1を透過した偏光21に平行な偏光は、第2の偏光板3を透過できない。したがって、電圧非印加時の表示は黒となる。

【0080】電圧の印加時には、図1(b)において説明したように液晶光学スイッチ素子1は光学的に異方性となる。図2に示すように光軸11と第1の偏光板2の

(10)

待時間 11-183937

18

透過軸 2 1 とのなす角 $\lambda/2$ をとした場合、第 2 の偏光板 3 からの出射光の強度は、下記数式で表わされる。

[0081]

$$I/I_0 = \{ \sin 2\alpha \sin(\pi \Delta n d / \lambda) \}^2$$

(ここで、 Δn は透明媒質 58 の光学的異方性、 d は透明媒質 58 の厚さ、 λ は真空中での光の波長、 I_0 は、液晶光学スイッチ素子 1 への入射光強度である。) 明らかに、高コントラストの液晶光学スイッチを得るには、 $\alpha = 45^\circ$ 、 $\Delta n d = \lambda/2$ となるように、偏光板の設置、印加電圧強度、および媒質の厚さを設定すればよい。先の条件を満たす場合、液晶光学スイッチ素子に入射した直線偏光は、偏光方向が 90° 回転した直線偏光に完全に交換される。

[0082] 次に、図 4 のグラフを用いてカー定数と温度との関係を説明する。このグラフ中、実線 61 は、本発明の液晶光学スイッチ素子における曲線、実線 62 は、従来の液晶のみの透明媒質での曲線、実線 63 は、従来例 (第 2 回液晶討論会予稿集 p.413) での曲線、点線 64 は液晶単体のネマチック相-等方相転移温度、点線 65 は、従来例 (第 2 回液晶討論会予稿集 p.413) でのネマチック相-等方相転移温度を示している。

[0083] 本発明での曲線 61 は、従来例ではネマチック相のカー効果を示さない温度領域においてもカー効果を実現していることが明確に示されている。この理由について、本発明者らは次のように考えた。すなわち、液晶と相互作用するベンゼン部位を有する高分子を導入することにより媒質を生成しているため、液晶分子間の相距離は自由度に依存しない。具体的には、液晶分子間の相距離は、液晶単体ではネマチック相状態と同一温度領域においても、異方カー効果を示す等方相での類似温度領域における相距離短縮度に対応した。このために、徹底的には液晶相を保持しつつ、巨視的には等方相を維持することができた。

[0084] 本発明の液晶光学スイッチ素子は、色偏光板および白島電子積算光と組み合わせるカラー画像表示装置として用いることができる。こうしたカラー画像表示装置の表示機構について、図 5 を参照して説明する。

[0085] 図 5 に示す構成においては、白島電子積算光管 120 部から、第 1 の色偏光板 90、第 1 の液晶光学スイッチ素子 70、第 2 の色偏光板 100、第 2 の液晶光学スイッチ素子 80、および第 3 の色偏光板 110 が順次設けられている。第 1 の液晶光学スイッチ素子 70 および第 2 の液晶光学スイッチ素子 80 は、制御回路 130 に接続されており、白島電子積算光管 120 はラスタ発生器 150 に接続されている。さらに、制御回路 130 とラスタ発生器 150 との間をとりわためる同期回路 140 が、これらに接続されている。

[0086] 第 1 の色偏光板 90 における 2 つの交叉す

る透過軸 91 および 92 は、それぞれ赤および白の偏光を透過させ、第 2 の色偏光板 100 における 2 つの交叉する透過軸 101 および 102 は、それぞれ青および白の偏光を透過させる。また、第 3 の色偏光板 110 における 2 つの交叉する透過軸 111 および 112 は、それぞれ青および白の偏光を透過させる。これら 3 つの透過軸のうち、91、101 および 111 の 3 つの透過軸は平行の関係にあり、92、102 および 112 の 3 つの透過軸も平行の関係にある。

[0087] 図 5 中、71 および 81 は、それぞれ第 1 の液晶光学スイッチ素子 70 および第 2 の液晶光学スイッチ素子 80 の電圧印加時における光軸方向を表わしている。これらの光軸方向 71 および 81 は、互いに平行の関係にあるとともに、各偏光板 90、100 および 110 の透過軸とのなす角は 45° となるように設置され、かつ電圧印加時におけるリタデーション $\Delta n d$ が $\lambda/2$ となるように設定されている。

[0088] ここで、第 1 の液晶光学スイッチ素子 70 が電圧非印加時、第 2 の液晶光学スイッチ素子 80 が電圧印加である場合を例に挙げて説明する。白島電子積算光管 120 から出射された白色光は、まず、第 1 の色偏光板 90 によって透過軸 91 に平行な赤色直線偏光と、透過軸 92 に平行な白色直線偏光とに分けられる。第 1 の液晶光学スイッチ素子 70 は電圧非印加であるため、入射した直線偏光は、位相変調を受けることなくそのまま透過する。

[0089] 第 2 の色偏光板 100 に入射する直線偏光は、透過軸 101 に平行な赤色と透過軸 102 に平行な白色との 2 種類である。透過軸 101 は、緑色の直線偏光のみを透過させるため、第 2 の色偏光板 100 に入射した直線偏光のうち赤色光は透過できない。一方、この色偏光板の透過軸 102 は白色光の直線偏光を透過させるので、入射した白色光はそのまま透過する。すなわち、第 2 の色偏光板 100 から出射する直線偏光は、透過軸 102 に平行な白色光のみとなり、透過軸 101 に平行な光は出射されない。

[0090] 第 2 の液晶光学スイッチ素子 80 は、電圧印加時には入射された直線偏光を 90° 回転した直線偏光に変換するので、透過軸 102 に平行な白色の直線偏光は 90° 回転して、透過軸 111 に平行な直線偏光として第 3 の色偏光板 110 に入射する。一方、透過軸 112 に平行な光は存在しない。ゆえに、第 3 の色偏光板 110 から出射されるのは透過軸 111 に平行な青色の直線偏光となり、この場合には青色が表示される。

[0091] 図 5 の構成における本発明の液晶光学スイッチ素子 70 および 80 の電圧非印加・印加と表示色との関係を表 1 にまとめた。

[表 1]

19

(11)

第1液晶光学スイッチ素子	第2液晶光学スイッチ素子	表示色
オン	オン	緑
オン	オフ	赤
オフ	オン	青
オフ	オフ	白

【0093】このように同期回路140を利用して、白黒電子線管120へのラスタ発生管150と、第1の液晶光学スイッチ素子70および第2の液晶光学スイッチ素子80の制御回路130との同期をとることにより、表示色の選択と各表示色での白黒画像発生を行ない、表示色を画素で切り替えることでカラー画像表示を実現することができる。

【0094】なお、本発明のカラー画像表示装置における色偏光板の選択や各色偏光板の透過軸の方位は、図5に示した構成に限られるものではなく、適宜変更することができる。

【0095】以下に本発明の具体例を示して、本発明をさらに詳細に説明する。

【0096】実施例1-1

まず、1つのガラス基板（厚さ0.7mm）の表面に、電極幅10μm、電極間隔10μmのMoW矩形電極を高密度により形成した。次にポリイミド（AL-1051；日本合成膜（株））を70nmの厚さにスパッタで電極面にキャストして絶縁膜として、第1の基板を得た。同様に、もう一つのガラス基板（厚さ0.7mm）表面へも前述と同様の絶縁膜を形成して第2の基板を得た。

【0097】上述のようにして得られた第2の基板の絶縁膜表面の所定位置に、貼り合わせのためのエポキシ樹脂層を塗布し、第1の基板の絶縁膜表面には、直径5μmの樹脂製スパーボールを散布した。その後、第1および第2の基板を互いに絶縁膜が対向するように貼り合わせ、封着して液晶セルを得た。

【0098】一方、ネマチック液晶BL035（Merck社製）80wt%と、重合性モノマー1、4-ジ（4-（6-（アクリロイルオキシ）ヘキシルオキシ）ベンゾイルオキシ）-2-メチルペンゼン40wt%とを混合し、さらに、重合開始剤ルガキア651（Ciba Geigy社製）を重合性モノマーに対して0.5wt%添加して混合物を調製した。

【0099】こうして得られた混合物を、前述の液晶セルに常法により注入した後、等方向の状態で高圧水銀ランプを用いて紫外光を照射した。この際、光照射強度は100mW/cm²（365nm）とし、照射時間は1分とした。

【0100】次に、印加電場方向と透過軸が45°の角度をなし、かつ互いの透過軸が直交するように偏光板を素子の表面および裏面に貼り、図1ないし図3に示したような液晶光学スイッチ素子を作成させた。

待明平11-183937

20

【0101】本実施例の液晶光学スイッチ素子においては、一對の電極間に挟持された液晶は、メソゲン部位を有する高分子で小区域に分割された液晶により構成されている。液晶の各小区域の平均直径は、0.08μmであった。

【0102】作製した液晶光学スイッチ素子の電圧-透過光特性を、550nm光を用いて室温25℃で評価した。電圧の非印加時には、透過率0.8%であり、電圧の印加時（200Vp、80Hz矩形波）には、透過率90%と最大であった。すなわち、半波長位相は200Vであった。また、応答時間は、透過率最小/最大での立ち上がり時間、立ち下がり時間ともに1μs未満であった。半波長電位および応答時間の温度依存性を確認した結果、10℃〜80℃においてほぼ一定であった。

【0103】比較例1-1

メソゲン部位を有しない高分子であるカララドR-526（日本化薬社製）を用いる以外は前述の（実施例1-1）と同様にして液晶光学スイッチ素子を作製した。得られた液晶光学スイッチ素子の半波長電位および応答時間を、前述と同様に測定したところ、10℃〜80℃において2倍以上変化した。

【0104】このように、メソゲン部位を有しない高分子を用いた場合には、表示特性の大きな温度依存性が確認された。

【0105】比較例1-2

光照射強度を1mW/cm²（365nm）とする以外は前述と同様の手順で液晶光学スイッチ素子を作製したところ、液晶の波長の直径が1μmとなり、電圧印加時に散乱状態となった。

【0106】このように、液晶の波長の直径が0.1μmより大きい場合には、本発明の原理で液晶光学スイッチ素子を動作させることができないことが確認された。

【0107】実施例1-2

ネマチック液晶BL008（Merck社製）80wt%と、重合性モノマー1、4-ジ（4-（6-（アクリロイルオキシ）ヘキシルオキシ）ベンゾイルオキシ）ベンゼン40wt%とを混合し、さらに、重合開始剤ルガキア651（Ciba Geigy社製）を重合性モノマーに対して0.5wt%添加して混合物を得た。この混合物を用いる以外は、前述の（実施例1-1）と同様の手順で液晶光学スイッチ素子を作製した。本実施例の液晶光学スイッチ素子において、液晶の各小区域の平均直径は、0.08μmであった。

【0108】作製した液晶光学スイッチ素子の電圧-透

(12)

特開平11-183937

21

透光特性を、550nm光を用いて室温25℃で評価した。電圧の非印加時には、透過率0.5%であり、電圧の印加時(190Vp、60Hz正弦波)には、透過率9.2%と最大であった。すなわち、半波長電位は190Vであった。また、応答時間は、透過率最小/最大間での上立ち上がり時間、立ち下がり時間ともに1μs未満であった。半波長電位および応答時間の温度依存性を確認した結果、10℃～80℃においてほぼ一定であった。

【0109】実施例1-3

前述の(実施例1-1)で作製した液晶光学スイッチ素子2つと、赤色、緑色および青色の色偏光板3つと、赤、緑、青の偏光性光体を有する電圧検出光管とを組み合わせて、図5に示したようなカラー画像表示装置を作製した。このカラー画像表示装置の表示特性について評価したところ、2つの液晶光学スイッチ素子の電圧印加と透過光の色との組み合わせが図5において説明したとおりであることを確認した。

【0110】さらに、電圧検出光管120のラスタ発生装置150と同期をとって、半波長電位である290V、5.40Hz矩形波で液晶光学スイッチ素子を作動させた結果、淡色などの問題のないカラー画像が得られることを確認した。また、動作温度10℃～60℃の温度範囲で表示特性はほぼ変わらず、一定であった。

【0111】実施例1-4

まず、ネチック液晶BL035(Merck社製)84wt%と、メチルメタクリレートモノマー15wt%、架橋剤としてジビニルベンゼン1wt%、および重合開始剤としてメチルベンゾイルパーオキサイドをメチルメタクリレートに対して1wt%を割合・溶解して混合液を調製した。次いで、この混合液に界面活性剤と純水を加えホモジナイザーで乳化した後、90℃で1時間加熱して液晶混合物を得た。さらに、この液晶混合物をフィルターで濾過した後、純水で洗浄して、内径φ0.8mmの液晶材料を内蔵したマイクロカプセルを作製した。こうして得られたマイクロカプセルを、10%のイソプロパノールアルコール水溶液に10wt%で分散させて分散液を得た。

【0112】一方、一つのガラス基板(厚さ0.7mm)の表面に、ポリイミド(AL-1051:日本合成ゴム(株))を70nmの厚さでキャストして絶縁膜を形成し、この絶縁膜の表面に先の分散液を塗布した。その後、分散液の塗膜を乾燥させてマイクロカプセルの層を構築させた。また、前述の(実施例1-1)と同様の矩形電極が表面に形成され、さらに絶縁膜がキャストされたガラス基板(厚さ0.7mm)を用意し、この絶縁膜上に直径5μmの樹脂製スパーサーボールを散布した。このガラス基板を、絶縁膜がマイクロカプセルに接するようにして先のマイクロカプセル層が形成されたガラス基板と貼り合わせた。

【0113】最後に、両ガラス基板を加熱密着させ、印

22

加電圧方向と透過軸が45°の角度をなし、かつ互いの透過軸が直交するように偏光板を素子の表面および裏面に貼って液晶光学スイッチ素子を作成させた。

【0114】本実施例の液晶光学スイッチ素子においては、一對の電極間に挟持された媒質は、マイクロカプセルで小区域に分割された液晶により構成されている。液晶の各小区域の平均直径は、0.08μmであった。

【0115】作製した液晶光学スイッチ素子の電圧-透過特性を、550nm光を用いて室温25℃で評価した。電圧の非印加時には、透過率0.5%であり、電圧の印加時(180Vp、60Hz正弦波)には、透過率9.2%と最大であった。すなわち、半波長電位は180Vであった。また、応答時間は、透過率最小/最大間での上立ち上がり時間、立ち下がり時間ともに1μs未満であった。半波長電位および応答時間の温度依存性を確認した結果、10℃～60℃においてほぼ一定であった。

【0116】実施例1-5

平均孔径0.05μmの多孔質ガラス(厚さ10μm)をゾーグル法により作製し、この多孔質ガラスにネチック液晶BL035(Merck社製)を担持させた。次に、この多孔質ガラスの一方の面に、前述の(実施例1-1)と同様の矩形電極を形成した後、多孔質ガラスの両面に偏光板を貼って、液晶光学スイッチ素子を作成させた。なお、2枚の偏光板は、印加電圧方向と透過軸が45°の角度をなし、かつ互いの透過軸が直交するように配置した。

【0117】本実施例の液晶光学スイッチにおいては、一對の電極間に挟持された媒質は、多孔質ガラスで小区域に分割された液晶により構成されている。液晶の各小区域の平均直径は、0.05μmであった。

【0118】作製した液晶光学スイッチ素子の電圧-透過特性を、550nm光を用いて室温25℃で評価した。電圧の非印加時には、透過率0.5%であり、電圧の印加時(250Vp、60Hz正弦波)には、透過率9.2%と最大であった。すなわち、半波長電位は250Vであった。また、応答時間は、透過率最小/最大間での上立ち上がり時間、立ち下がり時間ともに1μs未満であった。半波長電位および応答時間の温度依存性を確認した結果、10℃～80℃においてほぼ一定であった。

【0119】実施例1-6

図6(a)は、本発明の液晶光学スイッチ素子の他の例の部分断面図を示す。図示する例では、2つの基板の対向する面にそれぞれ電極を設け、細目状高分子と液晶と色素との混合物である媒質を用いた。すなわち、液晶材料は、液晶と色素とにより構成される。

【0120】まず、図6を用いて本発明の液晶光学スイッチ素子の構造およびその光学的性質の電圧制御を説明する。図6(a)は電圧の非印加時の媒質の状態を表し、図6(b)は電圧印加時の媒質の状態を表している。

(13)

特開平11-183937

23

【0121】図6(a)に示すように、高分子と液晶と色素とを含有する液晶204は、電圧202aが印加された基板201aと、これに隣接・対向して配置され電極202bが形成された基板201bとに挟持されており、これら2つの基板201aおよび201bとの間には、スペーサー203によりその間隔が保持されている。液晶204への電圧の印加は、電圧202aおよび202bを介して電圧回路206およびスイッチ207により行われる。

【0122】図6(a)で表わされる電圧の非印加時においては、高分子と液晶と色素とを含有する液晶204は、巨視的にみて光学的に等方相をとっている。したがって、色素分子により入射光が吸収され光学スイッチ素子は遮断状態となる。ただし、巨視的に観測すると、相間長は短いものの、液晶分子の配向が揃った微小領域205が多数存在している。図6(a)に示されるように、これらの微小領域205の配向方向はランダムであるが、微小領域205の大きさは可視光の波長に比べて十分に小さいため、電圧の非印加時においては光散乱は生じない。

【0123】電圧を印加した場合には、図6(b)に示すように各微小領域205の配向方向が電場方向に揃うために、透明媒質204は光学的に異方性となる。したがって、色素分子も電場方向に揃って、光学スイッチ素子は遮断状態となる。なお、電場の大きさを変化させることによって、吸収状態と透過状態との中間の状態を実現することも可能である。配向方向がランダムな多数の微小領域205は、以下のようにして形成されると考えられる。すなわち、ほぼ高分子と液晶分子とを分子スケールに近いオーダーで均一に混合していることで、液晶分子間の相間長は大幅に減少し、巨視的に液晶相を有しながら巨視的には等方相をとっている。

【0124】次に図7および図8を用いて、本発明の液晶光学スイッチ素子によってカラー液晶光学スイッチ素子およびカラー画像表示装置を構成した例を説明する。

【0125】図7は、本発明の液晶光学スイッチ素子210とカラーフィルター211と白色発光体212とから構成されるカラー画像表示装置であり、液晶光学スイッチ素子210とカラーフィルター211とによりカラー液晶光学スイッチ素子214が構成される。この場合、本発明の液晶光学スイッチ素子210は、黒色色素を保持するものを利用する。白色発光体212から液晶光学スイッチ素子210に入射した光は、液晶光学スイッチ素子210により透過あるいは吸収される。液晶光学スイッチ素子210を透過した光は、カラーフィルター211を経て出射する。電圧回路213から液晶光学スイッチ素子210に画像信号が入射されれば、カラー画像表示装置とすることができる。

【0126】図8は、本発明の液晶光学スイッチ素子を3つ横並び、カラーフィルターを用いずにカラー液晶光

24

学スイッチ素子およびカラー画像表示装置を構成する例である。液晶光学スイッチ素子220、221、222は、青・赤・緑・青あるいはシアン・マゼンタ・イエローの光を吸収する色素をそれぞれ保持しており、これら3つの液晶光学スイッチ素子によりカラー液晶光学スイッチ素子225が構成される。白色発光体223からカラー液晶光学スイッチ素子225に入射した光は、電圧回路224により各色の吸収・透過が制御される。電圧回路224により各色の画像情報が入力されれば、カラー画像表示装置とすることができる。

【0127】図9は、本発明の液晶光学スイッチ素子を用いて、反射型のカラー光学スイッチ素子およびカラー画像表示装置を構成した例である。図8中における白色発光体223の代わりに反射鏡223を設置したものであり、基本的には図8と同様の方法で反射光を制御するものである。

【0128】図10は、本発明の液晶光学スイッチ素子を3つ横並び、白黒電子線蛍光管と組み合わせ、カラー画像表示装置を構成した例である。液晶光学スイッチ素子240、241、242は、青・赤・緑・青あるいはシアン・マゼンタ・イエローの光を吸収する色素を保持しており、これら3つの液晶光学スイッチ素子によりカラー液晶光学スイッチ素子247が構成される。カラー液晶光学スイッチ素子247は、電圧回路244に接続されている。白色電子線蛍光管243は、ラスタ発生器245に接続され、さらに電圧回路244とラスタ発生器245の間接をとするための同期回路246が間に接続されている。

【0129】同期回路246を利用して、白色電子線蛍光管243へのラスタ発生器245と、カラー液晶光学スイッチ素子247との電圧回路244との同期をとることにより、表示色の選択と各表示色での白色画像表示を行ない、表示色を高速で切り換えることでカラー画像表示装置を実現することができる。

【0130】以下、具体例を示して本発明をさらに詳細に説明する。

【0131】実施例1-1

表面に170nm程度の厚さで形成した2枚のガラス基板(厚さ0.7mm)を用意し、各基板の電極面に絶縁膜としてポリイミド(AlE-1651:日本合成ゴム(株))を70nmの厚さに形成して、第1および第2の2つの電極基板を得た。第1の電極基板の絶縁膜上に直径5μmのシリカ製スパーサーボールを散佈し、第2の電極基板の絶縁膜上には、貼り合わせるためのエポキシ接着剤を所定の位置に塗布した。

【0132】その後、互いの絶縁膜が向かい合うように第1および第2の電極基板を貼り合わせ、オーブン内で封着して型セルを得た。

【0133】一方、ネマチック液晶BL035(Merck社)58wt%と、重合性モノマー1、4-ジ(4

(34)

行開平 11-163937

25

ー(6ー(アクリロイルオキシ)ヘキシルオキシ)ペン
ゾイルオキシ)ー2ーメチルペンゼン37wt%と、ブ
ラック色素D86(Merck社)5wt%とを混合
し、さらに重合開始剤イルガキュア651(Ciba C
eigy社製)を重合性モノに対して0.5wt%
添加して混合物を調製した。

[0134] とうして得られた混合物を、前述の空セル
に常法により注入した。劣方向の状態で高圧水銀ラン
プを用いて紫外線を照射した。この際、光照射強度は1
00mW/cm²(365nm)とし、照射時間は1号
とした。

[0135] 本実施例の液晶光学スイッチ素子におい
ては、一對の電極間に挟持された媒質は、液晶と色素とを
含む液晶材料、およびこの液晶材料の両端を小区域に分
割する高分子により構成されている。液晶材料の各小区
域の平均直径は、0.07μmであった。

[0136] 作製した液晶光学スイッチ素子の電圧ー透
過光特性を、白色光源を用いて室温25℃で評価した。
電圧の非印加時は透過率0.5%であり、電圧の印加時
刻(100Vp, 60Hz矩形波)は、透過率90%であ
り、印加電圧に対して直線的な透過率が増加した。ま
た、応答時間は、透過率最小/最大間での上上がり時間
、立ち下がり時間ともに10μs未満であった。開電
圧および応答時間の温度依存性を確認した結果、10
℃~60℃においてほぼ一定であった。

[0137] 実施例II-2

ネテック液晶BL008(Merck社)58wt%
と、重合性モノマー1、4ージ(4ー(6ー(アクリ
ロイルオキシ)ヘキシルオキシ)ペンゾイルオキシ)ペン
ゼン37wt%と、ブラック色素D86(Merck
社)5wt%とを混合し、さらに重合開始剤イルガキュ
ア651(Ciba C eigy社製)を重合性モノ
マーに対して0.5wt%添加して混合物を調製した。

[0138] この混合物をを用いた以外は、前述の(実施
例II-1)と同様の手法で液晶光学スイッチ素子を作製
した。本実施例の液晶光学スイッチ素子において、液晶
材料の各小区域の平均直径は、0.07μmであった。

[0139] 得られた液晶光学スイッチ素子の電圧ー透
過光特性を、白色光源を用いて室温25℃で評価した。
電圧の非印加時は透過率0.5%であり、電圧の印加時
刻(90Vp, 60Hz矩形波)は、透過率92%と最大
であった。また応答時間は、透過率最小/最大間での上
上がり時間、立ち下がり時間ともに10μs未満であ
った。開電圧および応答時間の温度依存性を確認した結
果、10℃~60℃においてほぼ一定であった。

[0140] 実施例II-3

ネテック液晶BL035(Merck社)80wt%
と、ブラック色素D86(Merck社)4wt%と、
メチルメタクリレートモノマー15wt%と、架橋剤と
してジビニルペンゼン1wt%、および重合開始剤とし

26

てメチルペンゾイルパーオキシライドをメチルメタクリ
レートに対して1wt%を混合、溶液にて混合物を得た。
次いで、この混合物に界面活性剤と純水を加えてホモ
ジナイザーで乳化した後、90℃で1時間混合して液晶
混合物を得た。さらに、この液晶混合物をフィルターで
濾過した後、純水で洗浄し、内径0.08mmの玻璃
および色素を内包したマイクロカプセルを作製した。こ
うして得られたマイクロカプセルを、10%のイソプロ
ピルアルコール溶液に10wt%で分散させて分散液
を得た。

[0141] 一方、表面にITO電極がそれぞれ設けら
れた2枚のガラス基板(厚さ0.7mm)を用意し、各
基板の電極面に絶縁膜としてポリイミド(AI-105
1; 日華合成ゴム(株))を70nmの厚さに形成し
て、第1および第2の2つの電極基板を得た。第1の電
極基板の絶縁膜の表面には先の分散液を塗布した後、分
散液の塗膜を乾燥させてマイクロカプセルの膜を乾燥さ
せた。第2の電極基板には、直径5mmの銅製イン
サーボールを散布した。

[0142] 第2の電極基板に設けられた絶縁膜がマイ
クロカプセルに接するようにして、マイクロカプセル層
が形成された第1の電極基板と貼り合わせた。最後に、
両電極基板を加熱密着させて、液晶光学スイッチ素子を
完成させた。

[0143] 本実施例の液晶光学スイッチ素子におい
ては、一對の電極間に挟持された媒質は、液晶と色素とを
含む液晶材料、およびこの液晶材料の両端を小区域に分
割するマイクロカプセルにより構成されている。液晶材
料の各小区域の平均直径は、0.08μmであった。

[0144] 作製した液晶光学スイッチ素子の電圧ー透
過光特性を、白色光源を用いて室温25℃で評価した。
電圧の非印加時は透過率0.5%であり、電圧の印加時
刻(90Vp, 60Hz矩形波)は、透過率92%と最大
であった。また応答時間は、透過率最小/最大間での上
上がり時間、立ち下がり時間ともに10μs未満であ
った。開電圧および応答時間の温度依存性を確認した結
果、10℃~60℃においてほぼ一定であった。

[0145] 実施例II-4

平均孔径0.05μmの多孔質ガラス(厚さ10μm)
をゾルゲル法で作製し、この多孔質ガラスにネテック
液晶BL035(Merck社)95wt%と、ブ
ラック色素D86(Merck社)5wt%との混合物を
相持させた。次いで、この多孔質ガラスの両面にITO
電極をスパッタ法により形成し、液晶光学スイッチ素子
を完成させた。

[0146] 本実施例の液晶光学スイッチ素子におい
ては、一對の電極間に挟持された媒質は、液晶と色素とを
含む液晶材料、およびこの液晶材料の両端を小区域に分
割する多孔質ガラスにより構成されている。液晶材料の
各小区域の平均直径は、0.05μmであった。

(15)

特開平11-183937

28

【0147】作製した液晶光学スイッチ素子の電圧-透過率特性を、白色光源を用いて室温25℃で評価した。電圧の非加時の透過率0.5%であり、電圧の印加時(180Vp, 80Hz矩形波)は透過率0.2%と最大であった。また応答時間は、透過率最小/最大間で立ち上がり時間、立ち下がり時間ともに10μs未満であった。閾値電圧および応答時間の温度依存性を確認した結果、10℃〜60℃においてはほぼ一定であった。

【0148】実施例II-5

ブラック色素D86(Merck社)の代わりに、イエロー色素としてG232(日本感光色素)、マゼンタ色素としてG176(日本感光色素)、シアン色素としてG472(日本感光色素)をそれぞれ用いた以外は、前述の(実施例II-1)と同様の手法により3つの液晶光学スイッチ素子を作製した。

【0149】得られた3つの液晶光学スイッチ素子を光透過方向に積層してカラー液晶光学スイッチ素子を構成し、このカラー液晶光学スイッチ素子と白色発光体とを組み合わせて、図8に示すカラー画像表示装置を作製した。各液晶光学スイッチ素子の印加電圧を制御することにより、カラー画像を表示できることを確認した。

【0150】実施例II-6

(実施例II-5)で作製した液晶光学スイッチ素子3つを光透過方向に積層してカラー液晶光学スイッチ素子を構成し、このカラー液晶光学スイッチ素子と赤・緑・青の混合発光体を有する電圧駆動光源とを組み合わせて、図10に示したようなカラー画像表示装置を作製した。

【0151】白色電圧駆動光源243のラスタ発生回路245と同期をとって、閾値以上の電圧である100V、540Hzの矩形波でカラー液晶光学スイッチ素子を作動させた結果、歪みなどの問題のないカラー画像が得られることを確認した。さらに、動作温度10℃〜60℃で表示特性がほぼ変わらず、一定であった。

【0152】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、高速で広視野角の液晶光学スイッチ素子が提供される。また本発明によれば、高速で光利用効率が高く、かつ広視野角の液晶光学スイッチ素子が提供される。本発明の液晶光学スイッチ素子は、従来の問題を全て回避して優れた特性を有しているため、カラーシャッターおよびカラー画像表示装置に好適に適用することが可能であり、その工学的価値は高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶光学スイッチ素子の構成を概略的に示す断面図。

【図2】本発明の液晶光学スイッチ素子における電極配置の一部と、偏光板の透過軸との関係を概略的に示す図。

【図3】本発明の液晶光学スイッチ素子の構成を概略的に表す図。

【図4】カー定数と温度との関係を示すグラフ図。
【図5】本発明のカラー画像表示装置の一例の構成を示す概略図。

【図6】本発明の液晶光学スイッチ素子の他の例の構成を示す概略図。

【図7】本発明のカラー画像表示装置の他の例を示す概略図。

【図8】本発明のカラー画像表示装置の他の例を示す概略図。

【図9】本発明のカラー画像表示装置の他の例を示す概略図。

【図10】本発明のカラー画像表示装置の他の例を示す概略図。

【符号の説明】

1. 70, 80…液晶光学スイッチ素子

2. 3, 90, 100, 110…偏光板

4…光源

11…電圧印加時の光軸

12…光軸と偏光板の透過軸とのなす角度

21. 31, 91, 92, 101, 102, 111, 112…偏光板の透過軸

50. 51…基板

52…スベラー

53. 54. 55…電極

56…電気回路

57…スイッチ

58…メソゲン部位を有する高分子とネマチック液晶とからなる透明膜

59…ネマチック液晶分子の配向が揃った領域

61…本発明でのカー定数と温度との関係を表す曲線

62. 63…従来のカー定数と温度との関係を表す曲線

64. 65…従来のネマチック液晶-等方相転移温度を表す曲線

120…電圧駆動光源

130…制御回路

140…同期回路

150…ラスタ発生器

201…基板

202…電極

203…スベラー

204…高分子と液晶と色素とからなる膜

205…液晶分子および色素分子の配向が揃った微小領域

206. 213. 224. 234. 244…電気回路

207…スイッチ

210. 220. 221. 222…液晶光学スイッチ素子

211…カラーフィルター

212. 223…白色発光体

(16)

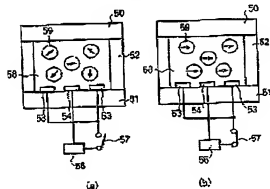
特開平11-183937

30

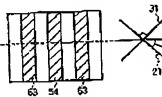
214, 225, 235, 247...カラー液晶光学スイッチ素子
 230, 231, 232, 240, 241, 242...液晶光学スイッチ素子

* 233...反射板
 243...白色電干線発光管
 245...ラスタ発生器
 * 246...同期回路

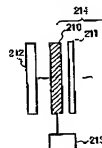
【図1】



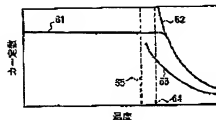
【図2】



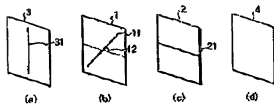
【図7】



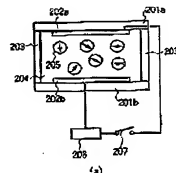
【図4】



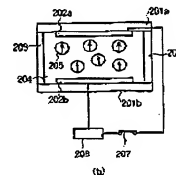
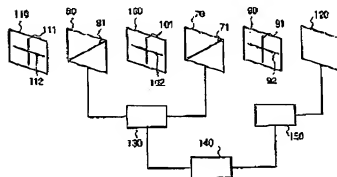
【図3】



【図6】



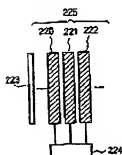
【図5】



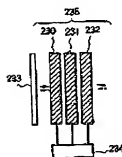
(12)

特開平11-183937

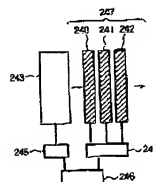
【図8】



【図9】



【図10】



Searching PAJ

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-249363
(43)Date of publication of application : 14.09.2001

(51)Int. Cl. G02F 1/137
G02F 1/1337

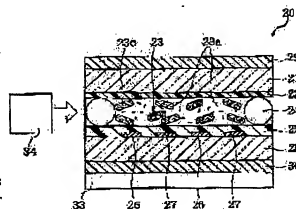
(21)Application number : 2000-060553 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
(22)Date of filing : 06.03.2000 (72)Inventor : ISHIHARA SHOICHI
KAMIMURA TSUYOSHI

(54) DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a display device of high response speed, which is suitable for moving image display and capable of being driven at low voltage.

SOLUTION: In the display device 20, a glass substrate 21, having a polyimide film 22 formed on the surface thereof and a glass substrate 28 having a pixel electrode 26 and a counter electrode 27, which form a teeth-shaped electrode and a polyimide film 25 formed on the surface thereof are stuck to each other via glass fiber spacers 24 to form a gap specified to have 50 μm gap length and a medium containing polar molecules 23a made into an isotropic phase state by a heater 34, which is a phase-changing means, is shield from between the glass substrates 21 to 28.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]

Searching PAJ

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]